



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 281 459 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.11.2004 Patentblatt 2004/46

(51) Int Cl.7: **B22D 17/00, B22D 17/02,
C22C 1/00**

(21) Anmeldenummer: **02012651.2**

(22) Anmeldetag: **07.06.2002**

(54) **Verfahren zum Thixospritzglessen zur Herstellung von Metallteilen**

Process for thixo injection molding for making metal components

Procédé de thixomoulage par injection pour la fabrication de pièces métalliques

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **19.07.2001 DE 10135198**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.2003 Patentblatt 2003/06

(73) Patentinhaber:
• **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)
• **Neue Materialien Fürth GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
• **Hutmann, Peter**
82064 Strasslach-Dingharting (DE)
• **Ludwig, Katrin, Dr.**
82140 Olching (DE)
• **Singer, Robert, Professor Dr.**
91054 Erlangen (DE)
• **Hartmann, Mark**
91054 Erlangen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 19 907 118 **US-A- 5 525 374**
US-A- 5 983 978

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 281 459 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung des Thixospritzgießverfahrens zur Herstellung von metallischen Teilen mit verbesserter Eigenschaften und einer Vorrichtung zur Herstellung solcher Teile.

[0002] Beim Thixospritzgießen werden Legierungen, insbesondere Aluminium- oder Magnesiumlegierungen in einer Inerten Atmosphäre einem Schneckenextruder zugeführt, wobei die Legierung unter Erwärmung und Scherung auf eine Temperatur zwischen der Solidustemperatur und der Liquidustemperatur in einem thixotropen Zustand der Schnecke einer Speicherzone zugeführt wird, aus der sie mit der Schnecke über die Düse ausgestoßen wird.

[0003] Um die mechanischen Eigenschaften des Spritzgussteiles zu verbessern, ist es aus EP 0 409 986 B1 bekannt, der Legierung Hartstoffverstärkungsfasern aus Silizium- oder Borcarbid zuzusetzen oder durch Aluminiumoxid die Verschleißfestigkeit zu erhöhen. Da sich die Hartstoffverstärkungspartikel von der Matrix lösen können, ist ihr Verstärkungseffekt begrenzt.

[0004] Aus DE 199 07 118 C1 ist es bereits bekannt, beim Thixospritzgießen teilchenförmiges metallisches Material in einem Schneckenextruder unter Einhaltung eines Temperaturbereichs zwischen Solidus- und Liquidustemperatur und Scherung in einen thixotropen Zustand überzuführen und aus einer Speicherzone über eine Düse auszustoßen. Als teilchenförmiges metallisches Material können dabei zwei metallische Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung zugeführt werden, und zwar reine Metalle wie Al, Zn und Mg, oder Metalllegierungen wie AlZn als Vorlegierung zu einer Magnesiumlegierung. Aus "Metall", 1998, Seiten 458 bis 481 ist die Herstellung von Werkstoffen durch Mischen von zwei teilflüssigen Legierungen in einem Gefäß bekannt.

[0005] Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mit gradierter Zusammensetzung sind aus "International Materials Reviews", 1995, Seiten 239-265 bekannt.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, die Eigenschaften von durch Thixospritzgießen hergestellten Metallteilen zu verbessern.

[0007] Dies wird erfindungsgemäß durch die Verwendung des im Anspruch 1 angegebenen Thixospritzgießverfahrens zur Herstellung von Teilen mit gradierter Legierungszusammensetzung erreicht. In den Ansprüchen 2 bis 8 sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wiedergegeben. Im Anspruch 9 ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Bauteilen mit gradierter Zusammensetzung durch die erfindungsgemäße Anwendung des Thixospritzgießverfahrens gekennzeichnet, wobei die Vorrichtung durch die Merkmale der Ansprüche 10 - 12 in vorteilhafter Weise ausgestaltet wird.

[0008] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können beliebige Bauteile mit gradierter Legierungszusammensetzung oder Werkstoffverbunde, insbesondere

Beschichtungen hergestellt werden. So kann das Bauteil beispielsweise einen zähen Kern aus einer Legierung und eine harte verschleißfeste Oberfläche aus der anderen Legierung besitzen, also z. B. eine Zylinderlaufbuchse mit einer harten verschleißfesten Innenlauffläche oder ein Wälzlager mit harter verschleißfester Lauffläche. Ebenso kann beispielsweise ein Gleitlager mit einer Gleitfläche aus einer weichen Legierung hergestellt werden und mit einer Tragstruktur hoher Festigkeit.

[0009] Es wird also eine wesentliche Verbesserung der Eigenschaften von durch Thixospritzgießen hergestellten Teilen erreicht.

[0010] Nach dem erfindungsgemäß angewendeten Thixospritzgießverfahren werden dem Schneckenextruder wenigstens zwei teilchenförmige feste metallische Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung zugeführt.

[0011] Die beiden metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung können zwei unterschiedliche Legierungen oder eine Legierung und ein unlegiertes (reines) Metall sein. Die beiden Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung können auch zwei unlegierte Metalle sein. Falls eine gegenseitige Löslichkeit ausgeschlossen ist, bildet die Schmelztemperatur des niedriger schmelzenden Metalls die Solidustemperatur und die Schmelztemperatur des höher schmelzenden Metalls die Liquidustemperatur des Phasengemisches.

[0012] Die teilchenförmigen Metalllegierungen bzw. das teilchenförmige Metall liegt z. B. als Granulat oder Pulver vor.

[0013] Erfindungsgemäß kann zwar jede Metalllegierung bzw. jedes Metall verwendet werden. Aus apparativen Gründen werden jedoch Metalllegierungen mit einer niedrigen Solidus- und Liquidustemperatur bzw. reine Metalle mit niedrigem Schmelzpunkt bevorzugt, die Eisenlegierungen nicht angreifen.

[0014] Als Legierungen werden beispielsweise Magnesium-, Aluminium-, Kupfer- und Zinklegierungen und als reine Metalle beispielsweise Magnesium, Aluminium, Kupfer und Zink verwendet.

[0015] Die metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung werden in einer Inerten Atmosphäre dem Schneckenextruder über wenigstens eine Materialzuführöffnung zugeführt, und das Material wird unter Erwärmung und Scherung auf eine Temperatur zwischen der Solidustemperatur und der Liquidustemperatur erwärmt und in thixotropen Zustand mit der Schnecke einer Speicherzone zugeführt, aus der es mit der Schnecke durch die Düse oder dgl. ausgestoßen wird. Die Schnecke ist in der Regel zum Ausstoßen in axialer Richtung hin- und herbeweglich ausgebildet.

[0016] Die teilchenförmigen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung können erst gemischt und dann als Gemisch dem Schneckenextruder zugeführt werden. Falls die Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung Legierungen sind, werden diese im

Schneckenextruder auf eine Temperatur erwärmt, die oberhalb der Solidus- und unterhalb der Liquidustemperatur der Legierungen liegt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Prozess z. B. durch Diffusion, Konvektion und Mischung Veränderungen der Zusammensetzung möglich sind.

[0017] Die Herstellung von metallischen Legierungen durch konventionelle Schmelzmetallurgie unterliegt einer ganzen Reihe von Einschränkungen. So ist durch das Abbrandproblem die Anwendbarkeit von Legierungselementen begrenzt, die eine hohe Schmelztemperatur besitzen, wie z. B. Silizium, oder eine hohe Affinität zu Sauerstoff aufweisen, wie z. B. Hafnium, Yttrium oder Cer. Gleiches gilt für Legierungselemente, die durch ihren hohen Dampfdruck die Tendenz haben, abzudampfen, z. B. Zink. Andere Legierungselemente sind nur begrenzt oder gar nicht im Basismetall löslich, sodass sie aufschwimmen oder zu Boden sinken. So sind z. B. Zirkon, Titan und Silizium in Magnesium kaum löslich und Eisen, Chrom, Molybdän, Vanadium, Beryllium und Bor unlöslich. Eine weitere Limitierung stellt bei schmelzmetallurgischen Verfahren die Eigenschaft mancher Legierungselemente, z. B. von Calcium, dar, die Warmrisse neigung und die Tendenz der Legierung zu kleben, zu verstärken. Andere Legierungselemente, auch lösliche, mit einem hohen Atomgewicht, insbesondere solche mit einem um ein Vielfaches höheren Atomgewicht als das Basismetall, neigen zur Schwerkraftseigerung. Demgegenüber ist bei Legierungen, die im halbfesten thixotropen Zustand vorliegen, die Mischbarkeit praktisch unbegrenzt. Damit können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch Legierungen erhalten werden, die schmelzmetallurgisch nicht herstellbar sind. Je nach der Zahl der durch metallographische Untersuchung feststellbaren Phasen bzw. Gefügebestandteile können erfindungsgemäß einphasige (homogene) oder mehrphasige Legierungen entstehen.

[0018] Wenn Magnesium als Basismetall verwendet wird, können damit erfindungsgemäß ohne die in der Schmelzmetallurgie bestehenden Limitierungen als Legierungselemente verwendet werden: Alkali- und Erdalkalimetalle, z. B. Kalium, Beryllium und Calcium, Elemente der Gruppe 2B des Periodensystems, wie Zink, der Gruppe 3, wie Bor, der Gruppe 3A, wie Yttrium, oder die Lanthaniden, wie Cer, der Gruppe 4, wie Silizium, der Gruppe 4A, wie Titan, Zirkon oder Hafnium, der Gruppe 5A, wie Vanadium, der Gruppe 6A, wie Chrom oder Molybdän, sowie Eisenmetalle. Insbesondere Eisen.

[0019] Um eine Legierung aus mindestens zwei unterschiedlichen Legierungen oder mindestens einer Legierung und mindestens einem reinen Metall herzustellen, können die Legierungs- bzw. Reinmetallgranulate oder -pulver dem Schneckenextruder auch getrennt zugeführt werden. Dazu kann ein Schneckenextruder vorgesehen sein, der je eine Materialzuführöffnung für die wenigstens zwei Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung aufweist. Die Materialzuführöffnungen

können axial versetzt angeordnet sein, wobei die Legierung mit der niedrigeren Solidustemperatur bzw. das Metall mit dem niedrigen Schmelzpunkt der Schnecke an einer Stelle zugeführt werden kann, die der Speicherzone näher ist als die Stelle, an der die Legierung mit der höheren Solidustemperatur bzw. das Metall mit dem höheren Schmelzpunkt zugeführt wird.

[0020] Vorzugsweise liegen die Materialzuführöffnungen jedoch im gleichen Axialbereich an dem material-eingangsseitigen Ende der Schnecke, um eine möglichst intensive Mischung und Scherwirkung durch die Schnecke zu erreichen.

[0021] Wenn mehr als zwei metallische Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung eingesetzt werden, also beispielsweise drei Materialien, können davon zwei erst gemischt und dann als Gemisch über eine Materialzuführöffnung der Schnecke zugeführt werden, während das andere metallische Material oder die anderen metallischen Materialien über eine andere Materialzuführöffnung oder -öffnungen zugeführt werden können.

[0022] Weiterhin können die wenigstens zwei metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung über je einen Schneckenextruder in den thixotropen Zustand übergeführt und über eine gemeinsame Düse ausgestoßen werden. Dabei können die beiden Schneckenextruder eine gemeinsame Speicherzone besitzen, in der sich die halbfesten thixotropen metallischen Materialien vermischen, die in dem jeweiligen Schneckenextruder gebildet werden. Zum Ausstoßen des vermischten halbfesten thixotropen metallischen Materials aus der Speicherzone durch die Düse bzw. das Spritzwerkzeug kann wenigstens die Schnecke eines der Schneckenextruder hin- und her verschiebbar ausgebildet sein.

Zur Herstellung von Halbzeug oder Bauteilen mit gradierter Legierungszusammensetzung kann die Menge der jeweiligen metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung, die dem einen bzw., wenn mehrere Schneckenextruder verwendet werden, jedem Schneckenextruder zugeführt werden, gesteuert werden. Das heißt, im Fall von zwei unterschiedlichen Legierungen kann beispielsweise zunächst nur eine Legierung dem Schneckenextruder bzw. einem der Schneckenextruder zugeführt und sich als thixotropes Material in dem vordersten, von der Schnecke abgewandten Bereich in der Speicherzone ansammeln, dann z. B. beide Legierungen in einem bestimmten Verhältnis zugeführt werden, sodass sich die gemischte thixotrope Legierung im anschließenden Bereich der Speicherzone ansammelt, worauf schließlich nur die andere Legierung zugeführt und damit in dem der Schnecke bzw. dem Schnecken benachbarten Bereich in der Speicherzone angesammelt wird.

[0023] Zur Steuerung der Menge des jeweils zugeführten Materials ist der jeweiligen Materialzuführöffnung des Extruders vorzugsweise eine Dosiereinrichtung vorgeschaltet, beispielsweise ein Schieber, der

zwischen der Zuführöffnung im Extrudergehäuse und einem Trichter zur Aufnahme des jeweiligen teilchenförmigen metallischen Materials vorgesehen sein kann.

[0024] Wenn eine Vorrichtung mit wenigstens zwei Schneckenextrudern verwendet wird, kann nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auch eine Koextrusion von wenigstens zwei metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung durchgeführt werden. Dazu kann jeder der Schneckenextruder eine Speicherzone aufweisen, in der sich das jeweilige metallische Material im thixotropen Zustand ansammelt. Die thixotropen Materialien können aus den Speicherzonen durch jeweils hin- und herbewegbare Schnecken durch die Düse bzw. das Spritzwerkzeug ausgestoßen werden. Der Ausstoß kann gleichzeitig erfolgen, also durch Koextrusion, aber auch abwechselnd und/oder mit unterschiedlichen Verhältnissen der eingesetzten Materialien.

[0025] Bei einer Vorrichtung mit wenigstens zwei Schneckenextrudern können die Schneckenextruder in gleicher Weise wie bei der Koextrusion von Kunststoffen angeordnet sein, also in Tandemanordnung, beispielsweise V-förmig zueinander.

[0026] Die Düse kann eine Düsenöffnung aufweisen oder mehrere Düsenöffnungen, beispielsweise zwei koaxiale ringförmige Öffnungen, z. B. zur Herstellung eines Rohres aus zwei koaxialen Schichten aus zwei metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung.

[0027] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können beliebige Metallteile hergestellt werden, z.B. Halbzeuge, wie Profile, Rohre, Stangen oder Platten oder bei einer der Düse nachgeschalteten Spritzform beliebige Formteile erhalten werden.

[0028] Nachstehend ist die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 eine Thixospritzvorrichtung im Längsschnitt;

Fig. 2 einen Schnitt durch die Vorrichtung nach Figur 1 entlang der Linie II-II;

Fig. 3 eine Seitenansicht eines mit der Vorrichtung nach Figur 1 gebildeten stangenförmigen Halbzeugs;

Fig. 4 eine Seitenansicht eines aus dem Halbzeug nach Figur 3 geschmiedeten Bauteils;

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine als Koextruder ausgebildete Thixospritzgießvorrichtung; und

Fig. 6 ein mit der Vorrichtung nach Figur 5 hergestelltes Profil im Querschnitt.

[0029] Gemäß Figur 1 besteht die Thixospritzgießvorrichtung im wesentlichen aus einem Extruder E mit ei-

nem Gehäuse 1, in der eine Schnecke 2 umläuft. An dem einen Ende der Schnecke 2 weist das Gehäuse, wie in Figur 2 dargestellt, im gleichen axialen Bereich zwei Materialzuführöffnungen 3 und 4 auf, über die jeweils eine Legierung A und B als Granulat aus einem Trichter 5 und 6 zugeführt werden. Zwischen den Trichtern 5 und 6 und den Zuführöffnungen 3, 4 ist ein Schieber 7, 8 zur Dosierung der Schnecke 2 zugeführten Legierung A und B vorgesehen. Mit einer nicht dargestellten z.B. in das Extrudergehäuse integrierten Heizeinrichtung (z.B. Heizbänder) werden die von der Schnecke 2 geförderten Legierungen A und B auf eine Temperatur zwischen ihrer Solidus- und Liquidustemperatur erwärmt, und zwar in einer inerten Atmosphäre.

[0030] An dem von den Materialzuführöffnungen 3, 4 abgewandten Ende des Gehäuses 1 ist eine Düse 9 vorgesehen. Zwischen der Schnecke 2 und der Düse 9 befindet sich die Speicherzone 11. Die auf eine Temperatur zwischen ihrer Solidus- und Liquidustemperatur erwärmten Legierungen A, B werden von der Schnecke 2 in einem halbfesten thixotropen Zustand in die Speicherzone 11 gefördert. Die Schnecke 2 ist entsprechend dem Pfeil 12 hin- und herbeweglich ausgebildet, um das halbfeste thixotrope Material aus der Speicherzone 11 durch die Düse 9 auszustoßen.

[0031] Die Zufuhr der Legierungen A, B kann mit den Schiebern 7, 8 z. B. so gesteuert werden, dass der Schnecke 2 zunächst nur die Legierung A zugeführt wird, sodass der der Düse 9 zugewandte erste Bereich 13 in der Speicherzone 11 nur aus der Legierung A besteht. Wenn beide Schieber 7, 8 dann halbgeöffnet werden, kann der mittlere oder zweite Bereich 14 z. B. aus 50 % der Legierung A und 50 % der Legierung B bestehen, worauf der Schieber 8 geschlossen wird, sodass der dritte, der Schnecke 2 zugewandte Bereich 15 in der Speicherzone 11 wiederum nur aus der Legierung A besteht.

[0032] Nach dem Ausstoßen des Materials mit der Schnecke 2 entsprechend dem Pfeil 12 aus der Speicherzone 11 durch die Düse 9 wird die in Figur 3 dargestellte Stange 16 mit den Zonen A, A/B und A gebildet, deren Zusammensetzung der der Bereiche 13, 14 und 15 der Speicherzone 11 entspricht.

[0033] Die Stange 11 kann durch Schmieden in das in Figur 4 dargestellte Bauteil 17, beispielsweise eine Kolbanstange übergeführt werden. Durch Verwendung einer besonders verschleißfesten Legierung A und eines besonders zähen Gemischs der Legierungen A und B wird damit im Bereich der Augen 17a und 17b des Bauteils ein Bereich hoher Verschleißfestigkeit erhalten und in der Mitte 17c zwischen den beiden Augen ein zäher, duktiler Bereich.

[0034] Die Thixospritzgießvorrichtung nach Figur 5 weist zwei Schneckenextruder E1 und E2 auf, die V-förmig zueinander angeordnet sind. Jeder Schneckenextruder E1, E2 weist eine gemäß den Pfeilen 21, 22 hin- und herbewegliche Schnecke 23, 24 und eine Speicherzone 26, 27 zwischen dem Spritzwerkzeug 25 mit

der Düse und jeder Schnecke 23, 24 auf.

[0035] Dem Extruder E1 wird z.B. die Legierung A über die Zuführöffnung 3 zugegeben, und dem Extruder E2 z.B. die Legierung B über die Zuführöffnung 4. Damit wird der Speicherzone 26 die Legierung A in thixotroper Form zugeführt, und der Speicherzone 27 die Legierung B.

[0036] Die Düse 25 weist ein T-förmiges Profil auf. Zwischen den Speicherzonen 26, 27 ist eine Umlenkung 28 vorgesehen, die die Legierung A in der Speicherzone 26 zu dem von dem senkrechten T-Schenkel abgewandten Bereich des Querbalkens des T lenkt, so dass gemäß Figur 6 ein T-förmiges Profil spritzgegossen wird, das in dem von senkrechten T-Balken abgewandten Bereich aus einem Gemisch der Legierungen A und B besteht, und im übrigen aus der Legierung A.

[0037] Die erfindungsgemäße Thixospritzgießeinrichtung kann auch eine Spritzgussform aufweisen, an die zwei oder mehrere Extruderschnecken angeschlossen sind, derart, dass in der Spritzgussform Schieber oder dergleichen Absperrorgane vorgesehen sind. In die Spritzform kann damit z. B. über die erste Extruderschnecke bzw. Düse zuerst die Legierung A gespritzt und dann nach Öffnen des Schiebers im Werkzeug über die zweite Düse die Legierung B. Das heißt, das erfindungsgemäße Verfahren kann ähnlich dem 2-Komponentenspritzgießen von Kunststoffen durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verwendung des Thixospritzgießverfahrens, bei dem wenigstens zwei teilchenförmige metallische Materialien (A, B) unterschiedlicher Zusammensetzung in einem Schneckenextruder (E, E1, E2) durch Erwärmung auf eine Temperatur zwischen der Solidustemperatur und der Liquidustemperatur und Scherung in den thixotropen Zustand übergeführt und aus einer Speicherzone (11, 26, 27) über eine Düse (9, 25) ausgestoßen werden, zur Herstellung von Teilen mit gradierter Legierungszusammensetzung.
2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei metallischen Materialien (A, B) unterschiedlicher Zusammensetzung aus wenigstens zwei Legierungen oder wenigstens einer Legierung und wenigstens einem reinen Metall oder wenigstens zwei reinen Metallen bestehen.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei metallischen Materialien (A, B) unterschiedlicher Zusammensetzung dem Schneckenextruder (E) getrennt zugeführt werden.

4. Verwendung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei metallischen Materialien (A, B) der Speicherzone (11) in einem sich ändernden Verhältnis (A, A/B, A) zugeführt werden.

5. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei metallischen Materialien (A, B) unterschiedlicher Zusammensetzung über je einen Schneckenextruder (E1, E2) in den thixotropen Zustand übergeführt und über eine gemeinsame Düse (25) ausgestossen werden.

6. Verwendung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung aus je einer Speicherzone (26, 27) über die gemeinsame Düse (25) ausgestossen werden.

7. Verwendung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der wenigstens zwei metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung, die dem Schneckenextruder (E) bzw. den Schneckenextrudern (E1, E2) zugeführt werden, jeweils steuerbar ist.

8. Verwendung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei metallischen Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung durch die gemeinsame Düse (25) koextrudiert werden.

Claims

1. Use of the thixo injection-moulding process, wherein at least two particulate metal materials (A, B) differing in composition are heated in a screw extruder (E, E1, E2) and converted into the thixotropic state by heating between the solidus and the liquidus temperature and by shearing and are ejected from a storage zone (11, 26, 27) through a nozzle (9, 25) in order to produce parts having a graduated alloy composition.
2. Use according to claim 1, characterized in that the at least two metal materials (A, B) differing in composition comprise at least two alloys or at least one alloy and at least one pure metal or at least two pure metals.
3. Use according to claim 1 or 2, characterized in that the at least two different materials (A, B) differing in composition are supplied separately to the screw extruder (E).
4. Use according to claim 3, characterized in that the

at least two metal materials (A, B) are supplied to the storage zone (11) in varying proportions (A, A/B, A).

5. Use according to claim 1 or 2, **characterised in that** the at least two metal materials (A, B) differing in composition are each converted into the thixotropic state via a respective screw extruder (A1, A2) and are ejected through a common nozzle (25).
6. Use according to claim 5, **characterised in that** the at least two metal materials differing in composition are each ejected from a storage zone (26, 27) through the common nozzle (25).
7. Use according to any of claims 3 to 6, **characterised in that** the amount of the at least two metal materials differing in composition supplied to the screw extruder (E) or the screw extruders (E1, E2) is controllable in each case.
8. Use according to claim 6, **characterised in that** the at least two metal materials differing in composition are co-extruded through the common nozzle (25).

Revendications

1. Mise en oeuvre du procédé de thixomoulage par injection, selon lequel au moins deux matériaux (A, B) métalliques en forme de particules d'une composition différente sont transférés à l'état thixotrope dans une extrudeuse à vis (E, E1, E2) par chauffage à une température entre les températures de solidus et de liquidus et cisaillement, et éjectés d'une zone d'accumulation (11, 26, 27) au moyen d'une filière (9, 25), pour fabriquer des composants présentant une composition d'alliages graduée.
2. Mise en oeuvre selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'** au moins deux matériaux métalliques (A, B) de composition différente sont constitués d'au moins deux alliages ou d'au moins un alliage et d'au moins un métal pur ou d'au moins deux métaux purs.
3. Mise en oeuvre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les au moins deux matériaux métalliques (A, B) de composition différente sont amenés séparément dans l'extrudeuse à vis (E).
4. Mise en oeuvre selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les au moins deux matériaux métalliques (A, B) sont amenés dans la zone d'accumulation (11) dans un rapport (A, A/B, A) variable.

5. Mise en oeuvre selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les au moins deux matériaux métalliques (A, B) de composition différente sont transférés par respectivement une extrudeuse à vis (E1, E2) dans l'état thixotrope puis éjectés par une filière (25) commune.
6. Mise en oeuvre selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** les au moins deux matériaux métalliques de composition différente sont éjectés par la filière (25) commune de respectivement une zone d'accumulation (26, 27).
7. Mise en oeuvre selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisée en ce que** la quantité des au moins deux matériaux métalliques de composition différente, qui sont amenés dans l'extrudeuse à vis (E) ou les extrudeuses à vis (E1, E2), est respectivement réglable.
8. Mise en oeuvre selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** les au moins deux matériaux métalliques de composition différente sont co-extrudés par la filière (25) commune.



